

Endüstri 4.0 ve Hayvancılık

Gökhan GÖKÇE*, Serap GÖNCÜ, Sibel BOZKURT

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Adana, Türkiye
[ORCID: 0000-0001-6980-8989 (G. GÖKÇE), 0000-0002-0360-2723 (S. GÖNCÜ),
0000-0002-9995-0027 (S.BOZKURT)]

*Sorumlu yazar:ggokce@cu.edu.tr

Özet

Endüstriyel devrimlerin incelenmesi sonucu, bu sürecin aslında insan zekasının yarattığı yapıdan kaynaklandığı ve amacının daha iyi koşullarda yaşamak için yeni yollar bulmak olduğu söylenebilir. Bunun nedeni, insanlığın varlığından beri sahip olduğu şeylerden memnun olmamış olması ve sürekli olarak yaşam standartlarını iyileştirmek istemesidir. Her canlı gibi yaşamak için doğmuş olan insan, daha iyi koşullarda yaşamayı ve mümkünse, diğer canlılara, makinelere ve sistemlere müdahale edebilmeyi amaçlamıştır. İlk sanayi devrimi mekanizasyon ve buhar motorları alanında; ikinci sanayi devrimi, elektrik enerjisi ve seri üretimin yoğun kullanımına dayanmakta ve üçüncü sanayi devrimi ise çevrede ve yaygın dijitalleşmede yaşanmıştır. İnsandan tamamen bağımsız olan akıllı üretim yöntemi, yukarıda bahsedilen bileşenlerle birlikte Bilişim ve İletişim teknolojileri kullanılarak “Endüstri 4.0” olarak adlandırılmıştır. Teknoloji, tarım sektöründe de her geçen gün kendini daha fazla hissettirmektedir. Tarımda ve hayvancılık da verimlik, kazanç ve kaliteyi artırarak üreticinin işlerini kolaylaştıran teknolojiler Endüstri 4.0’la birlikte daha da akıllı bir hal almıştır. Dünya 4. Sanayi Devrimi’ni hızla benimserken, Endüstri 4.0’ın sonuçlarından olan tarım makinelerinin birbirleriyle etkileşim halinde olmasıyla hız ve verimliliğin kat ve kat artırılması hedeflenmektedir. Bu çalışmada karlı ve sürdürülebilir üretim açısından hayvancılıktaki yeni teknolojik uygulamaların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Endüstri 4.0, Hayvancılık, Uygulamalar

Industry 4.0 and Livestock Breeding

Abstract

As a result of the examination of industrial revolutions, it can be said that this process actually originates from the structure created by the intelligence of humanity and its purpose is to find new ways to live in better conditions. The reason is that he has been dissatisfied with what he has had since the existence of mankind and wants to constantly improve living standards. Man, born to live like every living creature, aimed to live in better conditions and, if possible, to interfere with other lives, machines and systems. First industrial revolution took place in the field of mechanization and steam engines; Second industrial revolution was based in the intensive use of electrical energy and mass production; and third industrial revolution was founded in the environment and the wide spread of digitalization. The intelligent production method, which is completely independent from human, has been named as “Industry 4.0” using Information and Communication technologies together with the above mentioned components. Technology makes itself felt more and more every day in the agriculture and livestock breeding sector. Technologies that facilitate the producers' works by increasing productivity, profit and quality in agriculture have become even smarter with Industry 4.0. While rapidly adopting the 4th Industrial Revolution of the World, it is aimed to increase the speed and efficiency by floor and floor by interacting with the agricultural machinery, which are the results of Industry 4.0. In this study, it is aimed to evaluate new technological applications in animal husbandry in terms of profitable and sustainable production.

Keywords: Industry 4.0, Livestock breeding, Practice

1.Giriş

Sanayi ve endüstriyel süreçler sürekli olarak gelişmektedir. İmalatta rekabet edebilmek için ihtiyaçlar tarihsel olarak ileri ve uygun maliyetli yeni mekanizmaların geliştirilmesinde lokomotif olmuştur. Bu çabada ve sanayileşmenin başlangıcından bu yana, zaman zaman, endüstriyel devrimler olarak adlandırılan, endüstriyel üretim kavramında devrim yaratan teknolojik sıçramalar gerçekleşmiştir. Bunlar; **İlk sanayi devrimi** mekanizasyon ve buhar motorları alanında gerçekleşti; **İkinci sanayi devrimi**, elektrik enerjisi ve seri üretimin yoğun kullanımına dayanıyordu ve **Üçüncü sanayi devrimi** dijitalleşme üzerine kuruldu.

Birinci sanayi devrimi ile sanayide makineleşme gerçekleşirken hayvansal üretimde kullanılan hayvanların verimlerinde genetik yapılarının önemi anlaşılmış, genetik ıslaha yönelik seleksiyon çalışmaları başlatılmıştır.

İkinci sanayi devrimi ile sanayide üretim standardize edilirken hayvancılıkta verimi artırmak amaçlı saf ırkların önemi, farklı ırk veya hatların melezlenmesi ile genetik iyileştirme başlamıştır. Yem ve beslemenin önemi giderek daha iyi kavranmıştır. Çiftlik hayvanlarının besin madde gereksiniminin tek bir yemle değil, farklı yem maddelerinin karışımı ile sağlanabileceği, yaşam ve verim için vitamin ve mineral gibi mikro besin maddelerinin de önemi anlaşılmıştır.

Üçüncü sanayi devrimi ile elektronik kontrol sistemleri ve robot teknolojisi uygulamaya aktarılırken hayvancılıkta ıslaha özel seleksiyon/ayıklama, döl testi, kullanma melezlemesi sonucu tavukçulukta hibriteltesi, yüksek verimli saf damızlıkların/spermaların üretimi ve üretimde bunlardan yararlanma dönemi başlamıştır. Üçüncü sanayi devrimi özellikle karma yem üretiminde teknolojik gelişmeye, bu kapsamda bilgisayar kullanımına ve yemde kalite artışına büyük katkı sağlamıştır. Hayvansal üretimde sürü yönetimi, bakım ve beslemeye bağlı iyileşmeler sayesinde endüstrileşme hız kazanmıştır (Kutlu, 2017).

Dijital dönüşüm tüm endüstriler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Üretim kuruluşları dijital dönüşümün avantajlarını kabul etmeye ve hatta deneyimlemeye başlamışlardır. Çoğu şirket Endüstri 4.0'a doğru yönelmenin gerekliliğini anlamıştır.

Teknoloji hızla gelişmektedir. Bu gelişmede bilgisayar sistemlerinin ve yazılımlarının uygulamaya aktarılması önemli bir katkı sağlamıştır. Yetiştiriciler için yapılan teknolojik

aletler daha rahat çalışabilir ve hayvan üretim verimliliğini ve karlılığını artırabilir. Bu nedenle, teknolojik gelişmeler hayvan verimliliği ve sürdürülebilirliği için ana araştırma alanıdır. Birçok teknolojik donanım ve araç hayvancılığı daha kolay ve konforlu hale getirmiştir. Sürü yönetiminde günlük yapılması gereken uygulamalar kayıtların doğruluğuna göre yapılandırılır. Bu noktada akıllı sistemler çiftçilere birçok fırsat sunmaktadır. Sağım, beslenme, çevresel kontrol, üreme performansı, doğru yönetim kararlarından en fazla etkilenen günlük işleri oluşturur. İnsan hataları ve kararları son ürün kalitesi ve karlılığı üzerinde büyük etkisi olduğundan riske atılmamalıdır. Bu çalışmada karlı ve sürdürülebilir üretim açısından hayvancılıktaki yeni teknolojik uygulamaların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2.Hayvan Yetiştiriciliğinde Endüstri 4.0 Uygulamaları

Endüstri 4.0 stratejisi ile sanayide üretim süresi, maliyetler ve üretim için ihtiyaç duyulan enerji miktarının azaltılması, üretim miktarı ve kalitesinin artması hedeflenirken hayvansal üretimde de benzer hedeflerin gerçekleştirilmesine imkân sağlanacaktır. Bilişim teknolojileri ile endüstriyi bir araya getiren Endüstri 4.0, temel felsefesi ile bilişim teknolojileri ile hayvancılığı da bir araya getirmeye başlamıştır. Online sistemde yerel yem kaynakları kullanılarak sürünün verim kriterlerine özel rasyon hazırlama, kızgınlık tespiti ve tohumlama programı oluşturmada radyo dalgalarından ve bilişim teknolojilerinden yararlanma, üretimde izlenebilirlik, fonksiyonel gıda üretimi, gıda güvenliği ve sürdürülebilirliği ve pazarlamada bilişim teknolojisi kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

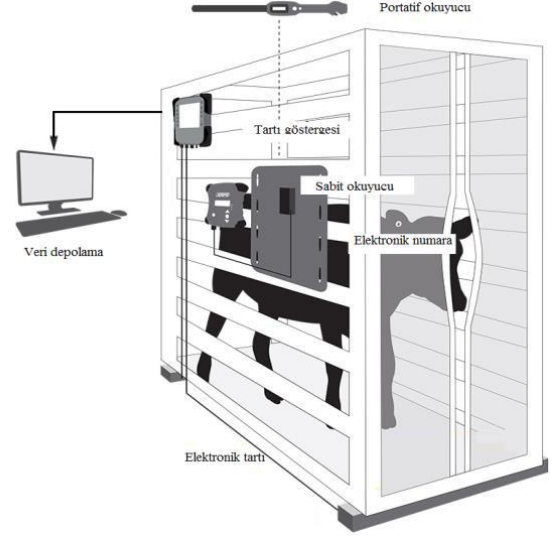
Yetiştiricilerin gereksinimlerini karşılayan ana teknolojiler elektronik kayıtlar, sağım, kızgınlık tespiti, beslenme, ahır ortamı optimizasyonu ve sağlık kayıtlarıdır. Bazı sensörler şu anda bu amaç için kullanılabilir durumdadırlar, ancak tüm talepleri karşılayamamaktadırlar. Örneğin, Bağlantılı Sürü Yönetiminde sürü içerisindeki tüm inekler özel sensörlerle donatılmakta, sürü sorumlusu bu sensörlerden gelen SMS sayesinde sürü içerisinde hangi ineklerin gebe ya da hasta olduğu hakkında bilgilendirilmekte ve her inek için yılda 200 megabayt veri üretilmektedir (Akay, 2018). Ayrıca, biyokimya ve genetik bilimindeki ilerlemelerle birlikte yeni biyobelirteçler hastalıkların daha erken

aşamalarda tespit edilmesine izin vermektedir. Bu gelişmeler hastalık seviyesi hakkında ek nicel bilgi sağlayabilen ve daha hızlı ve daha ucuz olan daha yüksek hassasiyete sahip testlerin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu teknolojiler, süt üreticisine, gelecek planları hakkındaki kararlarını kolaylaştırmak ve daha rahat hale getirmek için birçok fırsat sunmaktadır. Kuşkusuz, bu teknolojiler süt sığırcılığında sürü yönetiminin şeklini değiştirmeye devam edecektir. Bu teknolojik değişim, hem inek hem de çiftçi refahındaki ilerlemeler için umut vaat etmektedir. Endüstrideki birçok değişiklik, süt endüstrisine yeni teknolojilerin hızlı bir şekilde sunulması için zemin hazırlamaktadır.

2.1. Hayvanların Tanımlanması Otomasyonu

Hayvan tanımlama hayvanları tanımlamak ve izlemek için kullanılan bir süreçtir. Biyogüvenlik kontrolü, kayıt tutma, verimli çiftlik yönetimi, kayıt, sigorta ve hayvanların sahipliğinin doğrulanması da dahil olmak üzere çeşitli nedenlerle yapılır. Hayvancılık işletmesinde hayvanın tanımlanması, performanslarının yanı sıra üretimdeki durumlarına da dikkat çekmek için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, hayvanların uygun şekilde tanımlanması kayıt tutma ihtiyacını anlamak için çok önemlidir ve sürünün yönetimini geliştirmek için bir temel sağlayacaktır. Çiftçilerin sorunu benzersiz ve silinmez bir şekilde tanınabilecek ve tanımlanabilecek semboller veya kodlar sağlamak olmuştur. Hayvancılıkta otomatik tanımlama sistemleri genellikle iki tip uygulamada kullanılır. İlk uygulama, transponder kullanan bir sistemdir. Fonksiyonu, kontrol sistemi için hayvanı tanımlamaktır. Bu tür sistemler Şekil 1'de gösterildiği gibi genellikle bir durak içine (besleme istasyonu, sağım standı) veya koridorlar boyunca (sağım salonuna giriş, otomatik tartma sistemi) yerleştirilmiş sabit bir anten kullanır. İkinci uygulama, sağlık durumu veya hayvanın üreme öyküsü ile ilgili olayların kaydedilmesini içerir. Bu durumda, otomatik tanımlama sistemi sadece hayvanın kimlik kodunu alma, kaydetme ve görüntüleme işlevine sahiptir. Bu uygulama, hayvanın yakınında tutulduğunda, güvenilir tanımlanmasına izin veren ve böylece kodun görsel olarak tanınmasıyla ilgili hata zorluğunu ve riskini ortadan kaldıran taşınabilir anten transponderlerini kullanır. Müteakip veri girişi ve kayıt işlemleri, normalde portatif antene dahil edilen bir klavye ve ekran kullanılarak gerçekleştirilir. Bu sistemler özellikle küçük

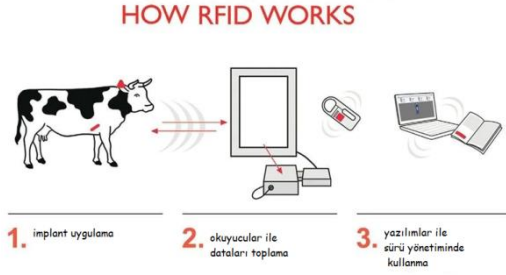
ruminantlar ve domuz yetiştiriciliği ile ilgilenmektedir. Hayvanların elektronik olarak tanımlanması ve izlenmesi çoğunlukla aşağıdaki sistemler tarafından gerçekleştirilir (Panchal ve ark., 2019).



Şekil 1. Elektronik okuyucu (Anonim, 2019a).
Figure 1. Electronic reader (Anonymous, 2019a).

2.1.1. Radyo Frekansı Tanımlama Sistemi

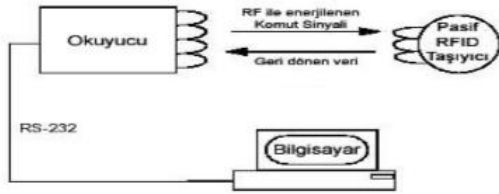
Radyo frekansı tanımlama (RFID) son yıllarda gelişmiş, verimli tanımlama teknolojilerinden biridir. RFID elektronik etiketi kullanarak hayvanların tanımlanması, hızlı güvenli ve otomatik veri toplama için etkin bir rol oynamaktadır. RFID, süt sığırcılığı bilgilerine hızlı erişim sağlayan, besleme stratejileri geliştirmek ve zihinsel uygulamaları yönetmek için kullanılan elektronik iletim teknolojilerinden yararlanarak otomatik veri toplama geliştirebilir. Bir RFID kulak küpesi içine kaydedilmiş bulunan hayvana ilişkin bilgiler, örneğin doğum tarihi, aşılar, üreme özellikleri ve daha fazlası bu hayvanın bilgisayar ortamında takibini ve raporlamasını sağlamaktadır. Mikroçip ya da Transponder olarak isimlendirilen elektronik etiketler radyo frekanslı kimliklendirme cihazlarıdır (Anonim, 2000). Transponder vücudun içine implante edilir. Transponder silikon çip ve antene sahiptir. Şekil 2'de bir RFID sisteminin çalışması gösterilmiştir. Silikon çip hayvanın tanımlanması için 12 hane ve ülke kodu için 3 hane içerir. Radyo frekans aralığına göre şekil ve boyut olarak farklı olan farklı anten ve etiket türleri vardır.



Şekil 2. RFID sistemi.
Figure 2. RFID system.

2.1.2.RFID Sisteminin Çalışması

RFID teknolojisi bilgi göndermek için elektromanyetik enerjiden faydalanır. RFID'nin Şekil 3'de görüldüğü gibi, okuyucu ve taşıyıcı olmak üzere iki elemanı vardır. Bunlardan okuyucu bir bilgisayarabağlanır. Okuyucu tarafından pasif RFID taşıyıcıdan alınan benzersiz numara bilgisayara aktarılır. Bilgisayarda ise RFID ile kimliklendirilen insan, hayvan ya da eşyanın diğer bilgileri tutulur (Erdem ve Tuna, 2008).



Şekil 3. RFID sisteminin çalışması.
Figure 3. Working of the RFID system.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye'de akıllı tarım uygulamaları kapsamında bazı Ar-Ge çalışmaları yapılması planlanmaktadır. Bunlardan biri; küçükbaş hayvanların kimliklendirilerek izlenmesi ve hayvan ıslahına yönelik verilerin, bir kayıt sistemi oluşturularak toplanması amacıyla, tamamen yerli, akıllı ölçüm platformu prototipi oluşturulması çalışmasıdır. Geliştirilecek sistemde, hayvanların en az irritasyonla ve güvenilir olarak özelliklerinin belirlenmesi ve kayıt altına alınması hedeflenmektedir. Böylece, hayvanların kimliklendirilmesi için RFID (RadioFrequencyIdentification Device)'li kulak küpeleri hayvanlara takılarak, ıslaha yönelik dinamik tartılmalarının ve görüntü işleme tekniği kullanılarak, vücut ölçülerinin güvenilir, hızlı ve kolay yapılmasını mümkün kılan bir sistem amaçlanmaktadır (Anonim, 2019c).

2.1.3.Küresel Konumlandırma Sistemi

Global Konumlandırma Sistemi (GPS), tüm konum ve zaman bilgilerini sağlayan, uzay tabanlı bir uydu navigasyon sistemidir. Dört uydu vasıtası ile bu bilgilere ulaşılabilir. GPS uydular tarafından radyo sinyalleri ile iletilen enlem, boylam ve irtifa üçlemesine dayalıdır.

GPS alıcısı, konumu izlediği dört uydunun her birine olan mesafeyi, sinyallerin uydulardan alıcıya gitmesi için geçen süreyi göz önüne alarak hesaplar. Bu, üçgenlere bölmenin yüksek bir teknolojik versiyonudur ve *trilateration* adı verilmektedir. İlk uydu hayvanı dünya üzerinde bir yerde bulur. İkinci uydu, hayvanın yerini, iki uydu küresinin kesişmesiyle oluşturulan bir daireye daraltır. Üçüncü uydu seçimi iki olası noktaya indirir. Son olarak, dördüncü uydu bir zamanlama ve konum düzeltmesinin hesaplanmasına yardımcı olur ve kalan iki noktadan birini hayvanın konumu olarak seçer (Panchal ve ark., 2019).

Akıllı teknolojiler çeşitli süreçlerde kullanılabilir. GPS kontrollü traktörlerin kullanımı çiftçilere yardımcı olur, verimliliği artırır, üretim riskini en aza indirir ve çevreyi kirletmez. Yem tüketimini hayvancılıkta kontrol edilebilir (Husti ve ark., 2017).

2.1.4.Sağım Otomasyonu

Otomatik sağım sistemleri süt endüstrisinde özelliklede süt sığırcılığında kullanılan insan emeği olmadan sağım yapan (AutomaticMilkingSystems) veya ayrıca gönüllü sağım sistemleri (VoluntaryMilkingSystems) olarak da adlandırılır. 20. yüzyılın sonlarında geliştirilmiş sistemlerdir. Sağım işlemi, sütü memeden çıkarmak ve laktasyon döneminde süt verimini sürdürmek için devamlı ve dengeli sağım aralıkları gerektiren görevlerin toplanmasıdır. Sağım işlemi, sağımdan önce hayvanların toplanması, hayvanların sağımhaneye yönlendirilmesi, meme başlarının incelenmesi ve temizlenmesi, sağım ekipmanının meme başlarına bağlanması, sütün bazı özelliklerinin tespiti, sağım ekipmanının çıkarılması, hayvanların sağımhane dışına yönlendirilmesi gibi çeşitli alt görevlere ayrılabilir. Modern otomatik sağım sistemleri süt sıcaklığını, süt iletkenliğini, süt rengini, sağım hızında değişikliği, sağım süresinde değişiklik veya her bir meme lobundan salgılanan süt miktarını, ineğin ağırlığı, ineğin aktivitesi (hareketleri), ruminasyon için harcanan zamanı destekleyecek alt yapıya sahiptir.

Geleneksel olarak sığırlar bir sağımhanede günde iki kez sağılırlar. Sığırlar her seferinde,

sağım için sıraya girerler ve beklemek zorunda kalırlar. Gönüllü sağım sistemlerinde hayvanlar, geleneksel sistemlerin aksine sağıma kendi seçtikleri zamanlarda girerler. İnekler, sağım sisteminde hem süt yeminin varlığı ile hem de memeye yapılan uyarılar ile motive edilir. Elektronik etiketleme sayesinde sistem bir ineği diğerinden önceye alabilir ve akıllı kapılar sayesinde sadece bu hayvan için sağım sistemine yönlendirme yapabilir. Otomatik fırçalar memeyi temizledikten sonra, pompalar konumlandırma sensörleri yardımıyla bir robot kol tarafından hassas bir şekilde tutturulur. Diğer sensörler her meme lobundan süt akışını izler ve hayvanın ne fazla ne de az sağılmasını önler. İnek tekrar temizlenirken süt bir tanka yönlendirilir filtre edilir ve soğutulur (Anonim, 2019b).

2.1.5.Yemleme Otomasyonu

Hayvancılıkta yem giderleri ana gider kaynağı olup bu konuda yapılacak en ufak tasarruf işletmelerin karında önemli farklar oluşturabilmektedir. Bu aşamada yem hazırlığında elektronik hassas ölçüm sistemine sahip yem hazırlama makineleri, karıştırıcılar ve dağıtıcılar ilk akla gelen uygulamalardır. Otomatik yoğun yem üniteleri otomatik tanıma sistemi ile birleşik çalışmakta ve bir bilgisayara yüklü yazılımlar tarafından kontrol edilmektedir (Boğa ve ark. 2008; Göncü ve ark. 2015). Yazılım, kullanıcının tanımladığı kriterler doğrultusunda hayvanların günlük yoğun yem tüketim düzeyini ayarlamakta, bir öğünde verilecek miktarı ve öğün frekansını (sıklığını) kontrol etmekte ve ayrıca her hayvan için belirlenen günlük toplam miktardan tüketilmeyen miktarı saptamaktadır (Spahr, 1989). Burada elektronik olarak tanımlanmış hayvanlar otomatik hassas tartım yapan teraziler içeren yemliklere gelip yem yediğinde kayıt alınmakta, yemlikte ne kadar süre kaldı, ne kadar yem yedi hangi saatte geldi gibi bilgiler buradan alınabilmektedir. Elektronik tanımı okuyacak antenler yemliğin hemen yakınına monte edilmekte ve sürekli gelen verileri kaydetmektedir. Yemlikte dakikalık olarak kaydedilen veriler otomatik olarak kablosuz sistemler vasıtasıyla merkezi sisteme gönderilmektedir (Herd ve ark. 2003).

2.1.6.Kızgınlık Tespiti

Kızgınlığın tespiti normalde zordur. 21 günde bir 12-18 saat sürer ve tipik olarak 22.00 ile 08.00 arasında ortaya çıkar. Hayvanı izleyen bir cihaz bir ineğin vücut ısısını sürekli izleyerek kızgınlığın başlayıp başlamadığını belirler. Sistem

ayrıca suni tohumlama için en uygun sürenin bu dönemin başlangıcından itibaren 16 saat olduğunu da bilir (Panchal ve ark., 2019).

3.Sonuç

Sanayi devrimi, dünyadaki üretim yöntem ve sistemlerinde köklü bir değişiklik yapmıştır. Net sonuç, daha refah hayvan, daha yüksek üretim ve azalan iş gücü olmuştur. Bu yeni teknolojilerin hızla yayılması, çiftlik çalışmalarının karmaşıklaşmasını önleyecek ve hayvansal üretimdeki yeni stratejilerin oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Bazı teknolojiler yetiştiriciler için hâlihazırda piyasada bulunmaktadır, ancak çoğu yeni uygulamalar laboratuvarlarda araştırma aşamasındadır. Her yeni teknoloji, verimlilik artışına ihtiyaç duyulan ülkelerin hayvan ve yetiştiricileri için olduğu kadar çiftlik düzeyinde de verimlilik, büyüme ve diğer faydaları sağlayabilir. Bu ülkelerde teknolojik gelişmeler kendi sektörlerini etkileyecek ve ayrıca diğer sektörlerinde birbirinden etkilenmesini sağlayabilecektir. Hayvan yetiştiriciliği teknolojik uygulamalar vedaha uygun üretim için büyük pazardır. Yetiştiricilerin çoğu üretkenliklerini ve rekabet güçlerini artırmak için yeni teknolojik uygulamalara güvenmekle birlikte, birçok ülkedeki çiftliklerde birçok kritik görevi yerine getirmede teknoloji önemli bir rol oynamaktadır.

Kaynaklar

- Akay, M., 2018. Endüstri 4.0 İle Akıllı Tarıma Geçiş.<https://www.researchgate.net/publication/32655078>
- Anonim, 2000. Draft paper on the characteristics of RFID systems. The Association of the Automatic Identification and Data Capture Industry.<http://www.aimned.nl/Frequenties.pdf> (Erişim:07/2010).
- Anonim,2019a.<https://livestock.trutest.com/enau/weighing>. (erişim: 09.02.2019).
- Anonim,2019b.https://www.intechopen.com/books/animal_husbandry_and_nutrition_the_innovative_techniques_in_animal_husbandry, (Erişim:02.06.2019)
- Anonim,2019c.<http://www.tarmakbir.org/haberler/atp/atrapor.pdf>(erişim tarihi:13.03.2020)
- Boga, M., Sahinler, S., Gorgulu, M., Kilic, U., Goncu, S., and Z.Cebeci, 2008. Obtaining Data for Meal Criterion for Dairy Cows in a Computerized Feeding System. 4th International Conference on Information and Communication Technologies in Bio and Earth Sciences (HAICTA 2008), Agricultural

- University of Athens, September 18-20, 2008, Athens, Greece.
- Erdem, O.A., ve Tuna, H., 2008. Büyükbaş Hayvan Takibinde Uluslararası Elektronik Veritabanı Oluşturulması ve Türkiye İçin Uygulanması. e-Journal of New World Sciences Academy 2008, Volume: 3, Number: 2 Article Number: A0069
- Göncü, S., Koluman, N., Mevliyaoğulları, E., 2015. Entansif Süt Sığırcılığında İşletmelerinde Kullanılan Sürü Yönetim Yazılımları Karşılaştırması. 9. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 3-5 Eylül 2015, Konya.
- Herd, R. M., Archer, J. A., Arthur, P. F.. 2003. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application J Anim Sci 2003 81: E9-17E.
- Husti, I., Daróczy, M., Kovács, I., 2017. Messages from “Industry 4.0” to agriculture. Towards sustainable agricultural and biosystems engineering book. Universitas-Győr Nonprofit Ltd. 2017. ISBN 978-615-5776-03-8. P:63-79.
- Kutlu, H.R., 2017. Sanayi Devrimleri ve Hayvancılık.<https://www.yasamicingida.com/konuk-yazar/sanayi-devrimleri-hayvancilik/>
- Panchal, ShivangHiren, Patel, Himani Vinay , Mehta, Nishtha, Desai, Urja and Narendra Jag tap, 2019. Survey on use of Industry 4.0 in Animal Husbandry. Know. J. Innov. | 2019 | Vol 1| Art. # 13 | 1.
- Spahr, S.L. 1989. New Techniques in the mechanization and automation of cattle production systems. Chapter 3 in New Techniques in Cattle Production. C.J.C. Phillips, ed. Butterworths, England.